

Aus der Kinderklinik der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

VARIATIONSURSACHEN SONOGRAPHISCHER ORGANMESSUNGEN BEI
KINDERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin vorgelegt

von
Erika Hub
aus Baumholder

Mainz 1979

Aus der Kinderklinik der Johannes Gutenberg-Universität
Mainz

VARIATIONSURSACHEN SONOGRAPHISCHER ORGANMESSUNGEN BEI
KINDERN

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Würde des Doktors der Medizin
der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz

dem Fachbereich Medizin

vorgelegt

von
Erika Hub
aus Baumholder

Mainz 1979

Dekan: Herr Professor Dr. H. Leithoff

1. Gutachter: Herr Professor Dr. D. Weitzel

2. Gutachter: Herr Professor Dr. J. Tröger

Tag der mündlichen Prüfung: 28. 11. 1979



Inhaltsverzeichnis

	Seite
1. Einleitung	1
2. Methode	2
2.1. Grundlagen	2
2.1.1. Das Echoimpulsverfahren	2
2.1.2. Verwendetes Gerät	4
2.2. Technik der sonographischen Organvermessung	6
2.2.1. Untersuchungsgang	6
2.2.2. Untersuchung der Nieren	7
2.2.3. Untersuchung der Leber	12
2.2.4. Untersuchung der Milz	15
2.3. Patienten	17
2.4. Statistik	18
3. Durchgeführte Untersuchungen	19
3.1. Theoretische Überlegungen	19
3.2. Versuchsaufbau	22
3.3. Ergebnisse	24
3.3.1. Wiederholungsmessungen eines Untersuchers	24
a) Mittelwerte und Standardabweichungen der Organmeßwerte.	24
b) Vergleich der Streuungen der einzelnen Parametern anhand von Variationskoeffizienten.	30
c) Überprüfung von interindividuellen und intraindividuellen Variationen.	35
d) Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.	36

e)	Überprüfung der von dorsal und ventral bestimmten Nierenmeßwerte.	36
f)	Überprüfung der Meßwerte von linker und rechter Niere.	37
3.3.2.	Vergleich der Wiederholungsmessungen von zwei Untersuchern	38
a)	T-Tests zur Überprüfung der Meßwerte der beiden Untersucher.	38
b)	Variationskoeffizienten der Wiederholungsmessungen von Untersucher A.	42
c)	Überprüfung von interindividuellen und intraindividuellen Variationen.	46
d)	Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.	46
e)	Überprüfung der von dorsal und ventral bestimmten Nierenmeßwerte.	47
f)	Überprüfung der Meßwerte von linker und rechter Niere.	47
g)	Differenzen der Mittelwerte der beiden Untersucher.	48
3.3.3.	Interindividuelle Variationen und ihre Abhängigkeiten	51
a)	Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten.	51
b)	Korrelationen der Meßwerte mit Lebensalter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche der Kinder.	53
4.	Diskussion	55
5.	Zusammenfassung	62
6.	Tabellarischer Anhang	64
Tab. 1:	Versuchspersonen mit einer Körperoberfläche von 0,9 bis 1,1 m ² .	64
Tab. 2:	Varianzanalyse zur Überprüfung, ob interindividuellen Variationen signifikant größer als die intraindividuellen sind.	65

Tab. 3: Varianzanalyse zur Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.	67
Tab. 4: Varianzanalyse zur Überprüfung der von dorsal und ventral gemessenen Werte der rechten Niere.	69
Tab. 5: Varianzanalyse zur Überprüfung der von dorsal gemessenen Werte der linken und der rechten Niere.	70
Tab. 6: Korrelationskoeffizienten	71
7. Literaturangaben	72



Digitized by the Internet Archive
in 2026

1. Einleitung

Die Sonographie vermittelt maßstabsgetreue Schnittbilder von Organen und Organbinnenstrukturen aufgrund geringfügiger Dichteunterschiede der einzelnen Gewebe. Die sich daraus ergebenden Möglichkeiten der Weichteildifferenzierung sind aus der inneren Medizin und der Urologie genügend bekannt (13).

Die diagnostischen Möglichkeiten, sonographische Tomogramme zu vermessen, wurden bisher nur in der Geburtshilfe zur Reifebestimmung von Föten benutzt (11).

Im Rahmen der Hypothese, daß sonographische Organmeßwerte die Grundlage einer allgemeinen sonographischen Organdiagnostik, insbesondere in der Pädiatrie, sein könnten, interessierte die Frage, welchen Variationsursachen sonographische Organmeßwerte bei organsgesunden Kindern unterliegen.

2. Methode

2.1. Grundlagen

2.1.1. Das Echoimpulsverfahren (16)

Ultraschallwellen sind an Materie gebundene mechanische Schwingungen mit einem Frequenzbereich von 20 bis 10^7 kHz. Sie unterliegen den aus der Wellenmechanik bekannten Reflexions-, Brechungs- und Beugungsgesetzen. Erzeugt werden sie unter Verwendung von piezoelektrischen Kristallen. Diese senden durch wechselnde Polarisierung infolge von Verdickung und Verdünnung Schallwellen aus, andererseits werden empfangene Schallwellen aufgrund des reziproken piezoelektrischen Effektes in elektrische Energie umgewandelt. Daher wird diese Methode Echoimpulsverfahren genannt. Bei Geräten, die nach diesem Verfahren arbeiten, beträgt das Verhältnis der Erregungsdauer zum gesamten Impulsintervall 1 : 1000. Deshalb ist es möglich, auch Reflexionen mit langer Laufzeit zu registrieren. Die Sender - Empfänger - Einheit ist mit einem Elektronenstrahloszillographen gekoppelt, auf dem die empfangenen Echos als Funktion ihrer Intensität, Laufzeit und Schallstrahlposition abgebildet werden. Dabei können entfernungsbedingt Dämpfungsverluste durch exponentielle Verstärkung - den Tiefenausgleich - kompensiert werden.

Es wurden verschiedene Abbildungsverfahren entwickelt:

a) Bei dem eindimensionalen A - Bild - Verfahren

(A = Amplitude) werden die Echos entsprechend ihrer Intensität als Amplituden gegen eine Zeitachse dargestellt. Anhand der Rücklaufzeiten können die Abstände zwischen verschiedenen Grenzflächen bestimmt werden.

b) Beim ebenfalls eindimensionalen Time - motion -

Verfahren werden die Echos als Leuchtpunkte abgebildet, wobei auf dem speichernden Oszillographenschirm eine zeitliche Verschiebung der Echos auf der horizontalen Achse erfolgt. Dadurch ist die Darstellung von sich bewegenden Grenzflächen möglich.

c) Beim zweidimensionalen B - scan (B = brightness)

erhält man durch Abtasten des Objekts mit dem Schallstrahl ein maßstabsgetreues Schnittbild in Form von Leuchtpunkten, wobei die Echos entsprechend ihrer Laufzeit auf der vertikalen und entsprechend ihrer Schallstrahlposition auf der horizontalen Achse abgebildet werden. Die Abtastung kann manuell durch Verschieben des Senders (stehendes B - Bild) oder durch automatische Ablenkung erfolgen (schnelles B - Bild). Durch die maßstabsgetreue Darstellung der untersuchten Objekte ist die Voraussetzung zur Vermessung sonographischer Tomogramme gegeben.

2.1.2. Verwendetes Gerät (15)

Auf dem Prinzip des schnellen B - Bildes beruht das bei unseren Untersuchungen verwendete Vidoson 635 der Firma Siemens. Das Gerät besteht aus einem Applikator, der die Ultraschallimpulssender-Empfänger-Einheit enthält, einem Monitor und einem verstellbaren Stativ. Die Ablenkung des Ultraschallstrahls erfolgt in einer Wasservorlaufstrecke zur Ausschaltung des Nahfeldes (zu starke Intensitätsschwankungen aufgrund von Interferenzen) durch die Rotation eines Doppelsenders im Focus eines Parabolspiegels. Das Vidoson 635 arbeitet mit einer Ultraschallfrequenz von 2,5 MHz, die mittlere Ultraschallintensität beträgt 3 mW/cm^2 , die Bildfrequenz 16 Hz. Das Auflösungsvermögen in Schallstrahlrichtung wird mit 0,9 mm, das in der Horizontalen mit 3 mm angegeben. Regulierbar sind beim Vidoson die absolute Verstärkung, der Tiefenausgleich (Verstärkung der aus den tieferen Schichten kommenden Echos) und die Verstärkungsschwelle.

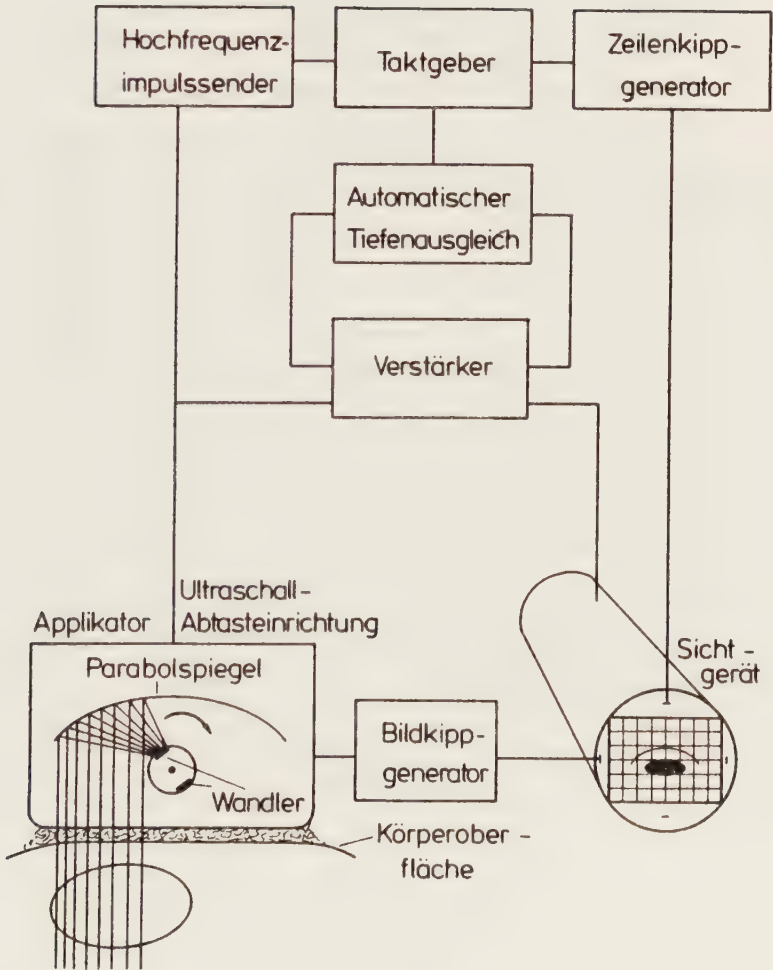


Abb. 1. Vereinfachtes Blockschaltbild des Vidoson 635.

2.2. Technik der sonographischen Organvermessung

2.2.1. Untersuchungsgang

Untersucht wurden beide Nieren, die Leber und die Milz von organgesunden Kindern. Die Messungen wurden am liegenden Patienten durchgeführt, wobei der Applikator senkrecht auf die Körperoberfläche aufgesetzt wurde. Zwanzig verschiedene Nierenparameter wurden in Bauchlage bestimmt, wobei die Versuchsperson zum Ausgleich der Lendenlordose auf ein Kissen gelagert wurde. Die restlichen Nieren-, Leber- und Milzmeßwerte wurden in Rückenlage ermittelt. Als Kontaktmittel wurde Aquasonic 100 benutzt. Die Schnittbilder der untersuchten Organe wurden auf dem Monitor im Maßstab 1 : 1,5 abgebildet, wo die einzelnen Meßstrecken mit einem Stechzirkel abgegriffen und nach Vergleich mit einer Maßstabstabelle in vorbereitete Tabellen eingetragen wurden.

2.2.2. Untersuchung der Nieren

Fünfunddreißig verschiedene Nierenparameter wurden in unterschiedlichen Schnittebenen gemessen. Die Standardisierung der Schnittebenen erfolgte nach definierten Schnittbildern, wobei für die Niere jeweils die maximale Schnittfläche in Längsschnitt und Querschnitt gefordert wurde. Den Longitudinalschnitt erhielt man in der Regel, wenn der Applikator parallel zur Wirbelsäule aufgesetzt und um 10 Grad zur untersuchten Seite geneigt wurde. Beim Transversalschnitt bildete der Applikator einen rechten Winkel mit der Wirbelsäule, wodurch eine horizontale Ebene beschallt wurde. Bei den Messungen von dorsal wurden rechte und linke Niere in Längsschnitt und Querschnitt dargestellt; bei den Untersuchungen von vorn wurde nur die rechte Niere in beiden Schnittebenen abgebildet, die linke war nur im Longitudinalschnitt darstellbar. Oberhalb der rechten Niere wurde im anterior - posterior Strahlengang die Leber und oberhalb des linken Organs die Milz abgebildet.

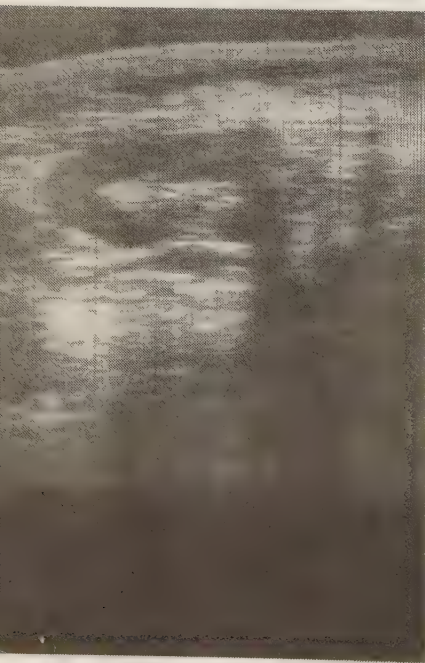
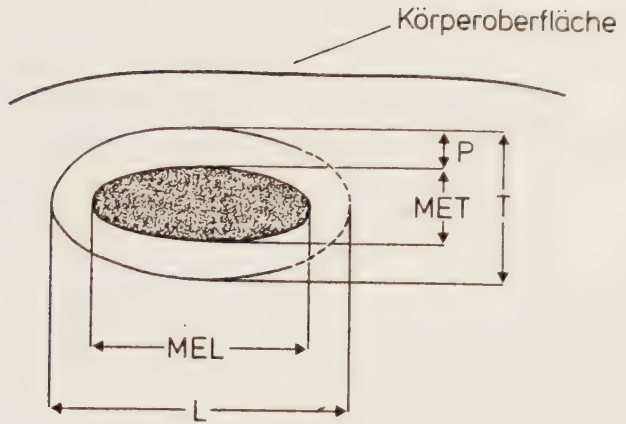
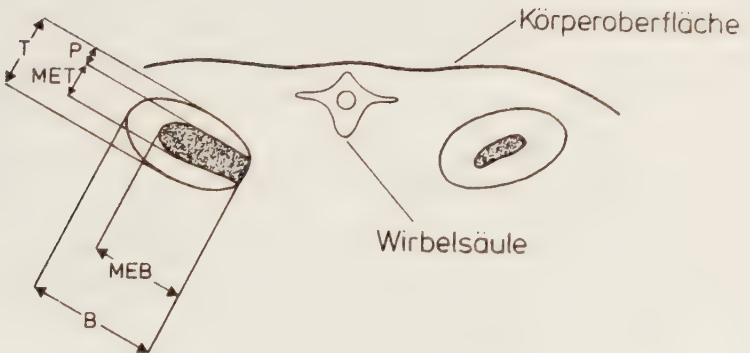


Abb. 2a' und b'. Sonogramm des Longitudinal- und des Transversalschnitts der Nieren.



2 a. Niere im Longitudinalschnitt



2 b. Nieren im Transversalschnitt

Im Längsschnitt zeigte die Niere eine ellipsoide Form, die aufgrund der größeren Dichte der bindegewebigen Kapsel in Bezug zum Nierengewebe gut abgrenzbar war. Das Nierenparenchym bildete einen homogenen echoarmen Bezirk, in dessen Mitte eine ovale, unscharf begrenzte, echostarke Zone, das sogenannte Mittelecho, lag.

Folgende Meßstrecken wurden bestimmt:

Der größte Längendurchmesser vom oberen zum unteren Nierenpol (L) und der größte Längendurchmesser des Mittelechos (MEL), senkrecht dazu die maximale Tiefe (T), die Mittelechotiefe (MET) und die Stärke des Parenchymsaums (P). Dabei wurde die Parenchymdicke bei den Messungen von dorsal oberhalb des Mittelechos und im anterior - posterior Strahlengang unterhalb des Mittelechos vermessen, was morphologisch der gleichen Strecke entspricht.

Der Transversalschnitt der Niere stellte eine horizontale Ebene in der Mitte zwischen beiden Nierenpolen dar, wobei die Niere eine runde bis ovale Form zeigte. Das Mittelecho bildete sich medial randständig ab.

Vermessen wurden:

Die Breite (B) der Niere (maximaler Durchmesser im Querschnitt) und in der gleichen Richtung die Mittelechobreite (MEB), senkrecht dazu die Tiefe (T), die Mittelechotiefe (MET) und der Parenchymsaum (P) oberhalb bzw. unterhalb des Mittelechos.

Die Breite, die am medialen Rand nicht eindeutig zu begrenzen war, wurde definitionsgemäß durch den medialen Rand des Mittelechos festgelegt. Dabei war zu beachten, daß die rechte Niere in der Regel tiefer als die linke steht, so daß bei den Messungen von dorsal die definierten Schnittebenen in verschiedenen Höhen lagen.

Mit Hilfe folgender Formel

$$\text{Vol} = L \times B \times \frac{T_{\text{long.}} + T_{\text{transv.}}}{2} \times 0,523 \quad (1)$$

wurden die Volumina beider Organe berechnet und zwar für die rechte Niere anhand der dorsalen und der ventralen Meßwerte und für die linke aus den dorsalen.

2.2.3. Untersuchung der Leber

Bei der Untersuchung der Leber wurde in drei Längsschnitten jeweils die größte kraniokaudale Ausdehnung des Organs vermessen: erstens in der Sternallinie (StL), zweitens in der Medioclavicularlinie (MCL) und drittens in der vorderen Axillarlinie (VAL). Dabei stellte sich die Leber als keilförmiges, relativ echoarmes Gebilde dar, das ventral von Haut, Bindegewebe und Zwerchfell begrenzt wurde. Beim Schnitt in der Sternallinie bildete die längsgeschnittene Bauchaorta die dorsale Begrenzung der Leber, wodurch diese Schnittebene eindeutig definiert war (siehe Abbildung 3a). Die Schnittebene in der Medioclavicularlinie wurde so gelegt, daß dorsal gleichzeitig die rechte Niere abgebildet wurde (siehe Abbildung 3b). Beim Schnitt in der vorderen Axillarlinie wurde versucht, die größte Schnittfläche darzustellen (siehe Abbildung 3c).

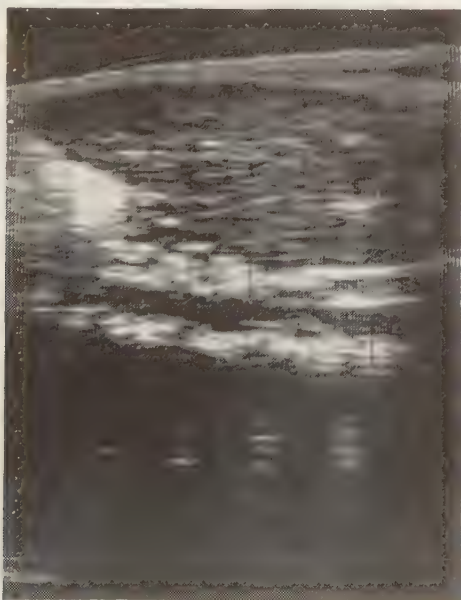
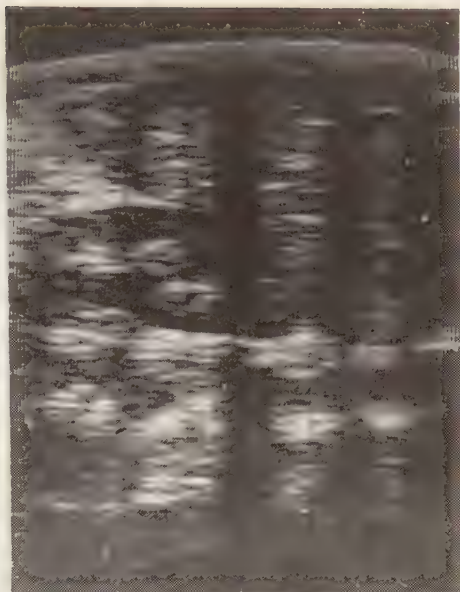


Abb. 3a'-c'. Ultraschallschnittbilder der Leber.

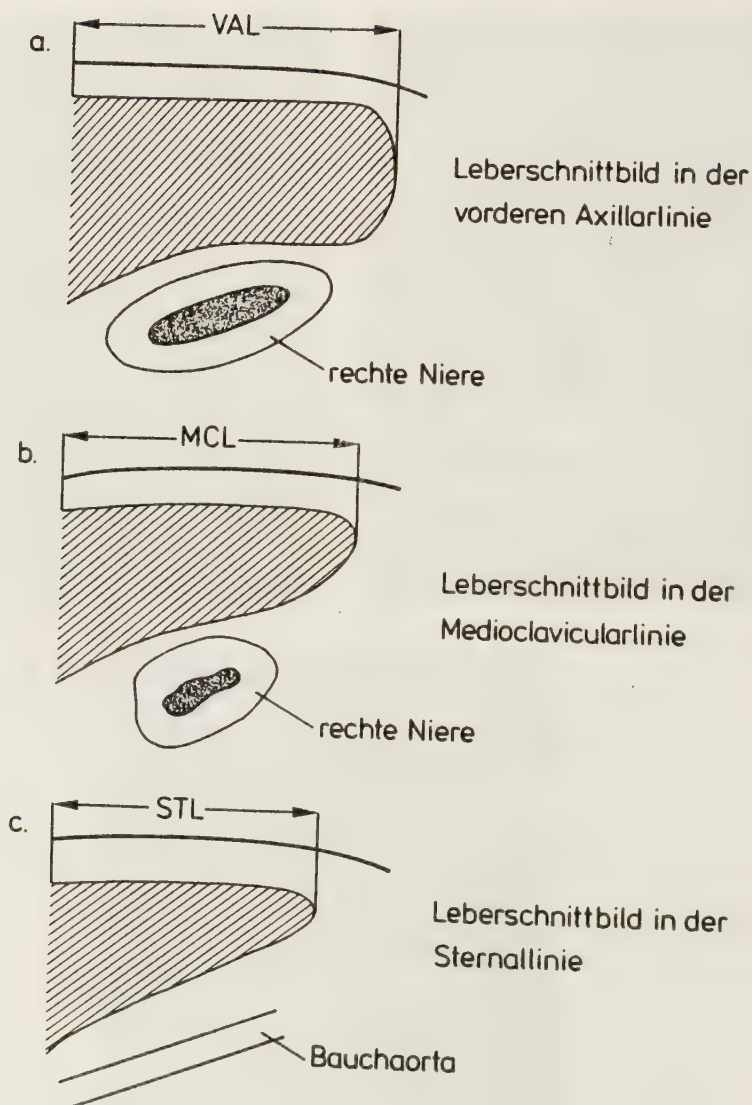


Abb. 3a-c. Schematische Darstellung von Leberschnittbildern.

2.2.4. Untersuchung der Milz

Die Abbildung der Milz erfolgte nur im Längsschnitt. Sie zeigte eine ovale Form, bestehend aus echoarmen Parenchym. Die vordere Begrenzung bildeten Haut, Muskulatur und Bindegewebe, dorsal lagen linke Niere und Colon descendens. Vermessen wurden die maximale Länge (L) und senkrecht dazu die Tiefe (T) der Milz. Bei Überlagerung eines Milzpols durch eine Rippe, erreichte man durch tiefe Inspiration der Versuchsperson die Darstellung der gesamten Ausdehnung des Organs.



Abb. 4'. Sonogramm der Milz.

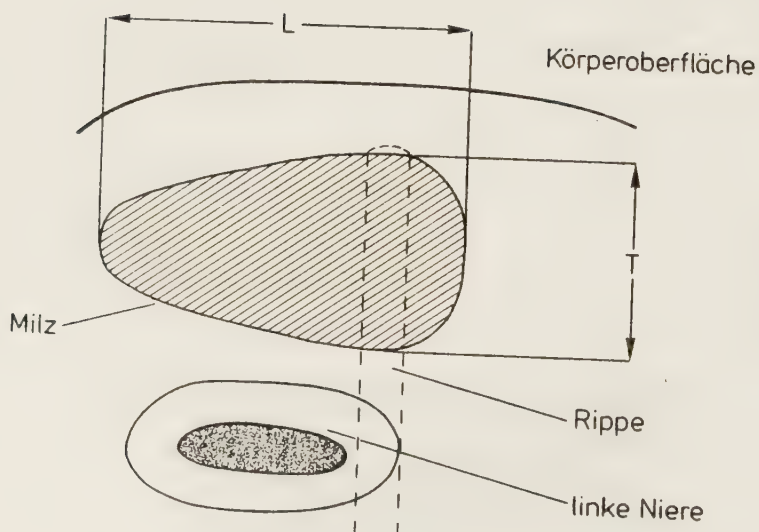


Abb. 4. Schematische Darstellung des Longitudinalschnitts der Milz.

2.3. Patienten

Untersucht wurden zwanzig Kinder im Alter von 68 bis 146 Monaten ohne Nieren-, Leber- oder Milz-erkrankungen, wobei das Durchschnittsalter bei 106 Monaten lag (siehe Tabelle 1). Als Auswahlkriterium diente die Körperoberfläche der Kinder, begrenzt auf einen Bereich von 0,9 bis einschl. $1,1 \text{ m}^2$. Es wurde die Körperoberfläche gewählt, weil sie nach einer sonographischen Pilotstudie am besten mit den Durchmessern von Niere, Leber und Milz zu korrelieren schien. Die Körpergröße der Kinder reichte von 119 bis 148 cm ($\bar{x} = 132 \text{ cm}$, $s = 7,32$). Das Gewicht betrug 22,6 bis 31,1 kg ($\bar{x} = 26,6 \text{ kg}$, $s = 2,49$). Insgesamt wurden zwölf Jungen und acht Mädchen untersucht.

2.4. Statistik (4), (21)

Alle sonographisch ermittelten Meßdaten, die Körpermerkmale der Kinder und ihre Codenummer, der Untersucher und die Rangfolge der Messung wurden auf IBM - Lochkarten übertragen. Die statistischen Berechnungen erfolgten im Statistischen Institut der Universität Mainz.

Errechnet wurden Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten der Meßdaten für beide Untersucher. Ferner wurden Varianzanalysen und T-Teste zur Überprüfung von Meßwertunterschieden durchgeführt und Korrelationskoeffizienten bestimmt.

3. Durchgeführte Untersuchungen

3.1. Theoretische Überlegungen

Im Rahmen der Objektivierung von Ultraschalluntersuchungen wurde das Vermessen sonographischer Tomogramme eingeführt. Voraussetzung für eine diagnostische Bedeutung von sonographischen Organmeßwerten ist ihre Reliabilität. Es galt daher zu überprüfen, wie weit diese Meßwerte reproduzierbar und standardisierbar sind.

Folgende Variationsursachen sonographischer Messungen bei organgesunden Kindern sind zu diskutieren:

1. physikalisch bedingte:

Dazu gehört die unterschiedliche Schallgeschwindigkeit in den verschiedenen Geweben, die zwischen 1490 und 1610 m/s schwankt. Als Mittelwert können 1540 m/s angesehen werden.

2. apparativ bedingte:

Hier ist die Begrenzung des Auflösungsvermögens aufgrund der Gerätekonstruktion zu nennen. Es wird von der Herstellerfirma mit 3 mm in der Horizontalen und 1 mm in der Vertikalen angegeben. Theoretisch ist auch eine Veränderung des Maßstabs bei unzureichender Gerätewartung in Be-

tracht zu ziehen, was jedoch praktisch nur eine untergeordnete Rolle spielt.

3. durch den Patienten bedingte:

Dabei ist erstens an mangelnde Mitarbeit des Patienten zu denken, zweitens an erschwerte Untersuchungsbedingungen bei Adipösen und drittens an die Schwierigkeit, unscharf begrenzte Organstrukturen im Sonogramm abzugreifen. Außerdem ist die Möglichkeit einer intraindividuellen Veränderung der Meßwerte von Tag zu Tag in Erwägung zu ziehen. Variationen von sonographischen Meßwerten bei organgesunden Kindern sind ferner durch interindividuelle Unterschiede gegeben, die alters-, gewichts- oder körpergrößenabhängig und damit auch abhängig von der Körperoberfläche sein können.

4. durch den Untersucher bedingte:

Hier kommen zwei Möglichkeiten in Frage: Ablesefehler und unterschiedliche Einstellungen des Applikators. Die Ablesefehler können durch ungenaues Arbeiten des Untersuchers beim Abgreifen der Meßstrecke oder beim Ablesen von der Maßstabstabelle zustande kommen. Eine weitaus größere Rolle spielen die unterschiedlichen Applikatoreinstellungen. Man muß davon ausgehen, daß es praktisch unmöglich ist, völlig identische Schnitt-

ebenen bei verschiedenen Untersuchungen einzustellen. Um eine möglichst optimale Standardisierung zu erreichen, definierten wir die Schnittebenen anhand eines charakteristischen Schnittbildes. Ob dadurch eine genügende Standardisierung möglich ist, müssen die Untersuchungen zeigen.

3.1. Versuchsaufbau

Da eine Überprüfung sonographischer Organmeßwerte bei gesunden Kindern mit anderen Verfahren nicht möglich war, versuchten wir, den methodisch bedingten Fehler anhand von Wiederholungsmessungen zu ermitteln. Weil das Problem der Standardisierbarkeit der Messungen auch im Zusammenhang mit der Erfahrung des Untersuchers zu sehen ist, wurden beide Nieren, die Leber und die Milz von 5 organsgesunden Kindern von unterschiedlich erfahrenen Untersuchern (U_B : tätige Einarbeitungszeit, U_A : einige Jahre mit der Methode vertraut) unabhängig voneinander vermessen. Alle Parameter wurden von jedem Untersucher insgesamt 9 mal gemessen, 3 Messungen wurden jeweils an einem Tag durchgeführt.

Anhand dieser Meßreihen sollte ermittelt werden, ob die Reproduzierbarkeit der Messungen von der Erfahrung des Untersuchers abhängig ist. Ferner sollte überprüft werden, ob die beiden Untersucher gleiche Meßergebnisse erzielen, und damit eine genügende Standardisierung der Meßstrecken gegeben ist. Außerdem bot sich ein Vergleich der Meßwerte der verschiedenen Untersuchungstage an, um herauszufinden, ob die Organgrößen so großen Tagesschwankungen unterliegen, daß sie sich von der Fehlerbreite der Messungen unterscheiden. Von weiterem Interesse war die Frage, ob die von dorsal be-

stimmten Nierenwerte mit den von ventral gemessenen übereinstimmen. Ferner sollte getestet werden, ob linke und rechte Niere identische Durchmesser im Sonogramm aufweisen.

Von entscheidender Bedeutung für die Anwendbarkeit sonographischer Organmessungen war die Frage, ob die intraindividuelle Variation aufgrund von Wiederholungsmessungen bei gesunden Organen signifikant kleiner als die interindividuelle ist. Ihre Beantwortung war Voraussetzung für Untersuchungen über interindividuelle Variationen und ihre Abhängigkeiten.

Zur Überprüfung von Korrelationen zwischen sonographischen Meßwerten und Patientenmerkmalen wie Alter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche, wurden die linke Niere, die Leber und die Milz von 20 Kindern von einem Untersucher (U_B) vermessen. Zur Absicherung der Ergebnisse wurde jede Messung 5 mal durchgeführt.

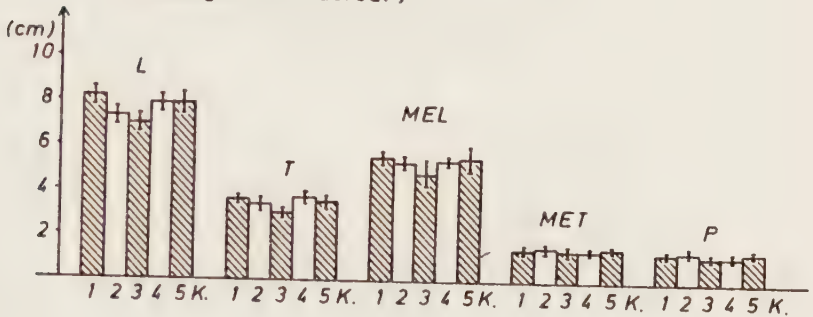
3.3. Ergebnisse

3.3.1. Wiederholungsmessungen eines Untersuchers (U_B).

a) Mittelwerte und Standardabweichungen der Organmeßwerte.

Bei 5 Kindern wurden beide Nieren, die Leber und die Milz durch einen weniger erfahrenen Untersucher vermessen. Zur Überprüfung der Reproduzierbarkeit der Meßwerte wurden die Mittelwerte und Standardabweichungen der Wiederholungsmessungen errechnet (s. Abbildung 5). Es fiel auf, daß die Mittelwerte eines Parameters in einem eng begrenzten Bereich liegen, wobei die Meßwerte von linker und rechter Niere vergleichbar sind. Auch die von vorn ermittelten Parameter haben ähnliche Werte wie die von hinten bestimmten. Nicht vollständig konnten die Meßwerte der linken Niere im Längsschnitt und der rechten Niere im Querschnitt von vorn gemessen werden. Die linke Niere war im Querschnitt von ventral bei keinem Patienten darstellbar. Bei der Leber und der Milz konnten alle oben definierten Meßstrecken bestimmt werden.

5a. Longitudinalschnitt der linken Niere
(Messungen von dorsal)



5b. Transversalschnitt der linken Niere
(Messungen von dorsal)

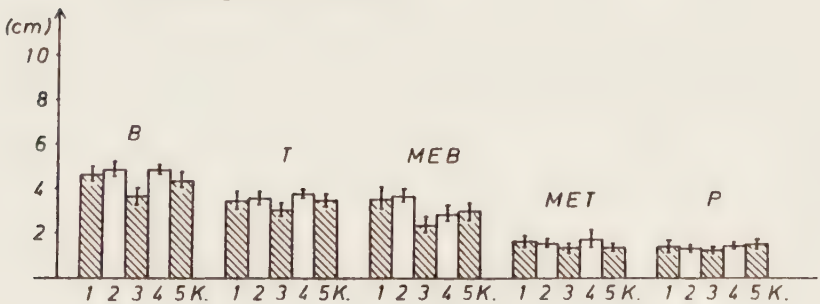
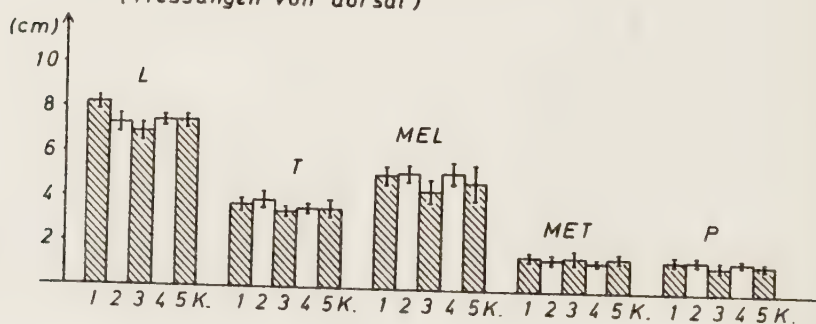
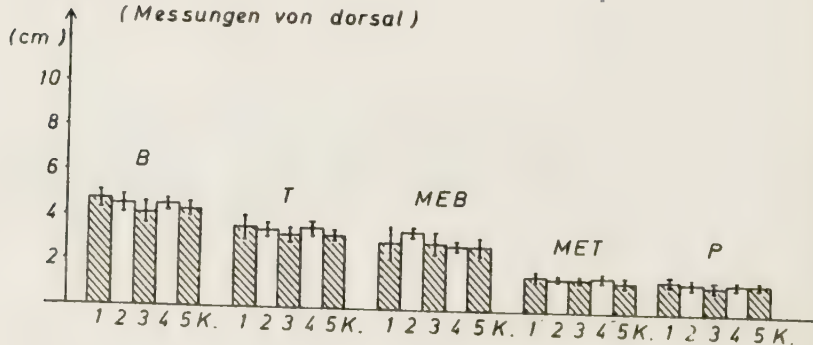


Abb. 5a-i. Mittelwerte und doppelte Standardabweichung der Durchmesser beider Nieren, der Leber und der Milz bei 5 Kindern (Meßwerte von Untersucher B).

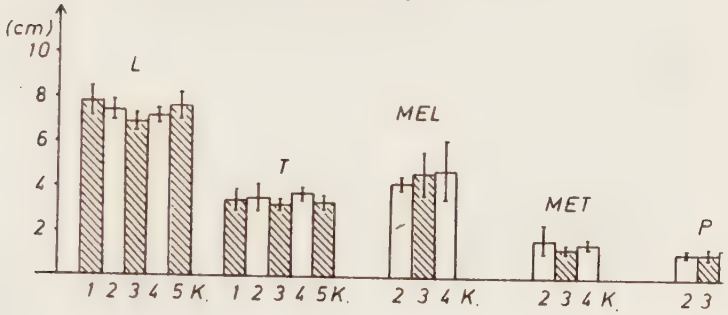
5c. Longitudinalschnitt der rechten Niere
(Messungen von dorsal)



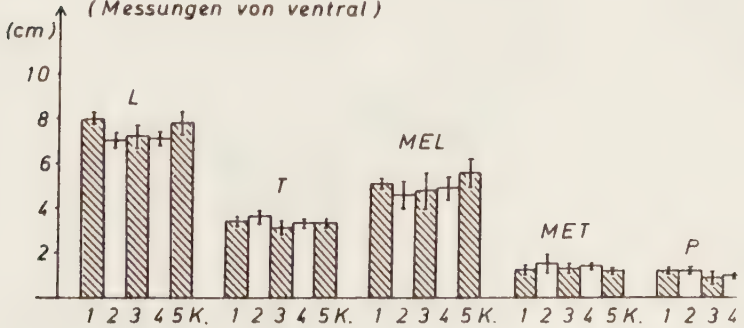
5d. Transversalschnitt der rechten Niere
(Messungen von dorsal)



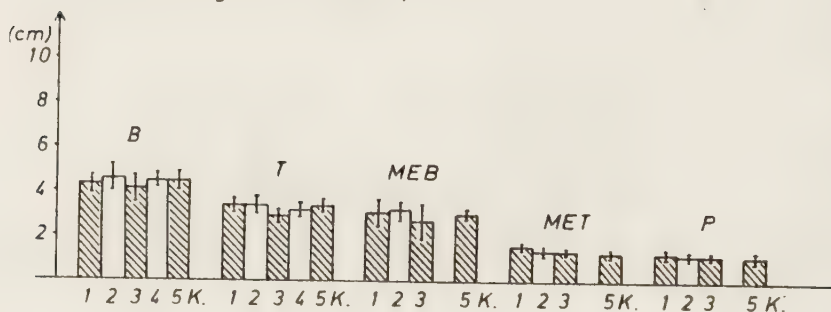
5e. Longitudinalschnitt der linken Niere
(Messungen von ventral)



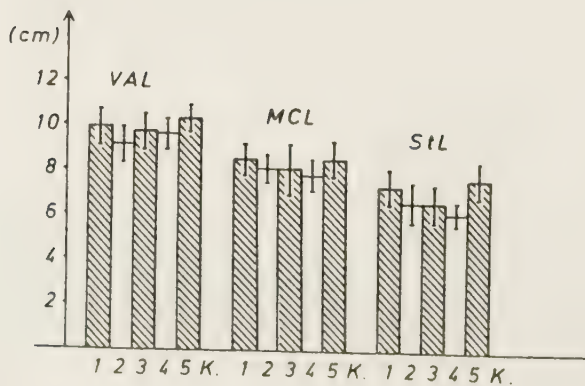
5f. Longitudinalschnitt der rechten Niere
(Messungen von ventral)

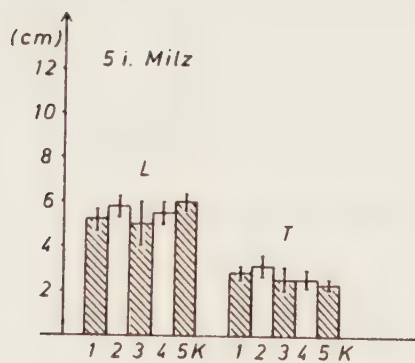


5 g. Transversalschnitt der rechten Niere
(Messungen von ventral)



5 h. Leber





Wie aus Abbildung 5 ersichtlich ist, liegen die Standardabweichungen der Wiederholungsmessungen bei allen Nierenparametern in einem relativ engen Bereich. Etwas größere Streuungen treten bei den Wiederholungsmessungen von Leber und Milz auf. Ferner zeigt sich eine Abhängigkeit der Größe der Standardabweichung von den einzelnen Parametern. So treten z.B. bei der Länge und der Mittelechotiefe der Niere größere Standardabweichungen als bei der Mittelechotiefe und beim Parenchymsaum auf.

b) Vergleich der Streuungen der einzelnen Parameter anhand von Variationskoeffizienten.

Da über Streuungen anhand von Standardabweichungen bei verschiedenen großen Mittelwerten keine Aussagen gemacht werden können, wurden Variationskoeffizienten, die die Standardabweichung in Prozent des Mittelwertes angeben, berechnet. Abbildung 6 zeigt die maximalen und minimalen Variationskoeffizienten für die einzelnen Parameter.

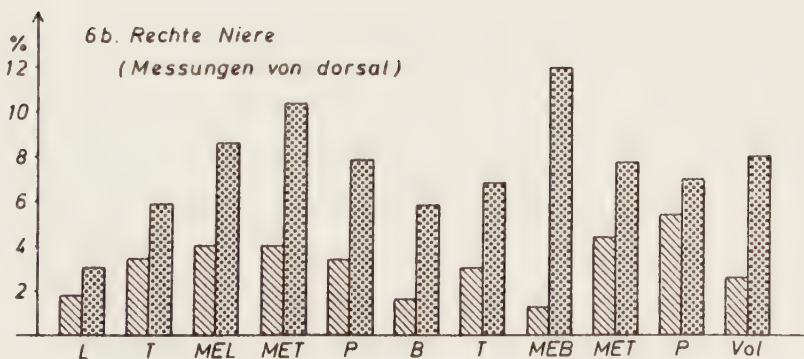
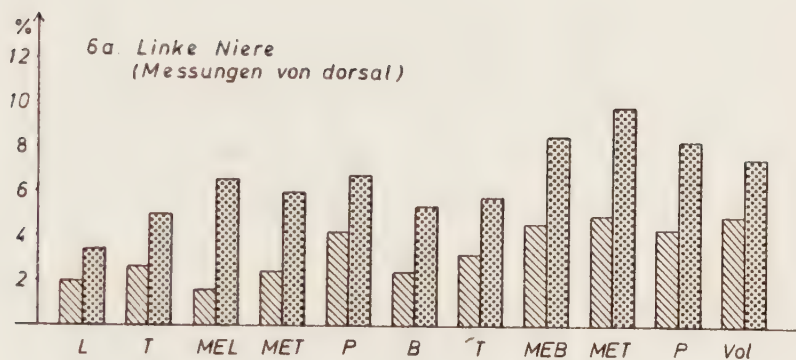
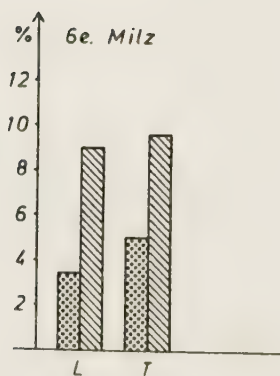
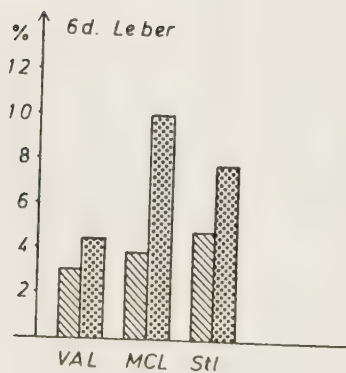
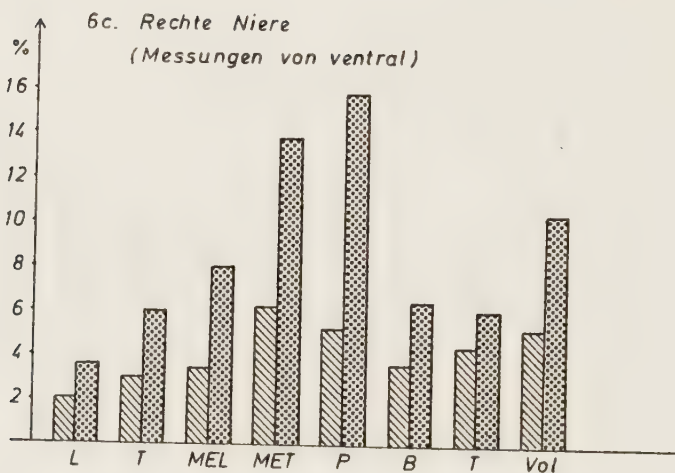


Abb. 6a-e. Minimale und maximale Variationskoeffizienten der Durchmesser beider Nieren, der Leber und der Milz (Meßwerte von Untersucher B).



Folgende Tatsachen sind bemerkenswert:

1. Die verschiedenen Parameter zeigen eine unterschiedliche Streuung. Am wenigsten streuen die Nierenhauptdurchmesser (Länge, Tiefe und Breite) und die Leberlänge in der vorderen Axillarlinie. Dabei tritt bei der Nierenlänge der niedrigste Variationskoeffizient auf, die Variationskoeffizienten von Breite und Tiefe sind gleich groß. Aus unseren 9-fach Messungen ergeben sich bei der Nierenlänge Streuungen zwischen 2 % und 4 %, bei Breite und Tiefe zwischen 2 % und 7 % des Mittelwertes. Stärker variieren die Nierenneben-durchmesser (Mittelechostrukturen und Parenchym-saum) und das Volumen, wobei die Mittelechotiefe von allen Nierenwerten den größten Variationskoeffizienten aufweist. Die Streuungen der Nierennebendurchmesser liegen bei unseren Wiederholungsmessungen zwischen 2 % und 16 % des Mittelwertes. Daraus läßt sich folgern, daß die Streuung nicht nur von der Ausdehnung der Meßstrecke abhängig ist, sondern auch von ihrer Begrenzbarkeit. So ist z.B. die Mittelecholänge größer als die Tiefe, die Variationskoeffizienten der Nierentiefe sind jedoch niedriger als die der Mittelecholänge. Die maximale Streuung eines Nierenmeßwertes beträgt 16 % des Mittelwertes, in der Regel liegen die Variationskoeffizienten jedoch wesentlich niedriger.

2. Es bestehen keine auffälligen Unterschiede zwischen den Streuungen der Parameter der linken und der rechten Niere.
3. Die Variationskoeffizienten der Meßwerte des Transversalschnittes der linken Niere scheinen etwas höher zu liegen als die des Longitudinalschnittes, während bei den Variationskoeffizienten der Meßwerte der rechten Niere keine Unterschiede in der Größenordnung zwischen Längsschnitt und Querschnitt bestehen.
4. Die von vorn bestimmten Nebendurchmesser der rechten Niere streuen etwas stärker als die von hinten bestimmten, während bei den Hauptdurchmessern in Bezug auf ihre Streuung zwischen den von dorsal und den von ventral ermittelten keine Differenzen bestehen.
5. Die Parameter von Leber und Milz variieren mit Ausnahme der Leberlänge in der vorderen Axillarlínie stärker als die Hauptdurchmesser der Niere. Ihre Variationskoeffizienten liegen in der Regel zwischen 3 % und 11 %.

Aufgrund der oben beschriebenen Tatsachen kann man davon ausgehen, daß eine ausreichende Reproduzierbarkeit für alle Parameter gewährleistet ist.

c) Überprüfung von interindividuellen und intra-individuellen Variationen.

Es wurde überprüft, ob die interindividuelle Variation, die durch die Unterschiede von Kind zu Kind bedingt ist, signifikant größer ist als die intra-individuelle Variation, die durch die Wiederholungen der Messungen und damit dem methodisch bedingten Fehler hervorgerufen wird. Da wir uns auf Versuchspersonen einer eng begrenzten Gruppe, nämlich Kinder mit einer Körperoberfläche von 0,9 bis 1,1 m² beschränkten, mußten wir ein hohes Maß an Reproduzierbarkeit voraussetzen, wenn die als gering zu erwartenden Streuungen von Kind zu Kind signifikant größer als die Streuungen der Wiederholungsmeßwerte eines Kindes sein sollten.

Zur Überprüfung der Frage wurde die sog. einfache Varianzanalyse durchgeführt und ihre Ergebnisse in Tabelle 2 festgehalten. Aus dieser Tabelle geht hervor, daß bei allen Parametern mit Ausnahme der Mitteltiefe der rechten Niere im Querschnitt bei den Messungen von dorsal und beim Parenchym der rechten Niere im Längsschnitt bei den Messungen von ventral die interindividuelle Variation größer als die intra-individuelle Variation ist. Dies gilt für das Parenchym der linken Niere in Längs- und Querschnitt auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von 95 %, bei allen anderen Meßwerten sind die Forderungen auf einem Wahrscheinlichkeitsniveau von 99 % erfüllt.

d) Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.

Da die Messungen an drei verschiedenen Tagen durchgeführt wurden, stellte sich die Frage, ob die Meßergebnisse eines Untersuchers von Tag zu Tag schwanken. Hierzu wurde ebenfalls die Varianzanalyse für jeden Parameter durchgeführt, wobei die Meßergebnisse eines Tages eine Gruppe darstellten. Tabelle 3 zeigt, welche Gruppenmittelwerte sich signifikant unterscheiden und welche identisch sind. Es konnte gezeigt werden, daß für die Mehrzahl der Messungen keine signifikanten Unterschiede von Tag zu Tag bestehen. Bei 23 % der Messungen trat jedoch ein statistisch nachweisbarer Unterschied auf. Von allen Meßwerten veränderten sich die von dorsal ermittelten Nierenparameter am wenigsten; Hier waren nur in 15 % der Messungen Unterschiede nachweisbar. Bei den Nierenmessungen von vorn waren es 29 %, bei den Leber- und Milzwerten je 33 %. Dabei ist zu beachten, daß diese statistisch nachweisbaren Tagesschwankungen nicht vom Problem der Schnittebenenstandardisierung zu trennen sind.

e) Überprüfung der von dorsal und ventral bestimmten Nierenmeßwerte.

Zur Überprüfung der Frage, ob die von ventral bestimmten Meßwerte der Niere als Kontrolle der von dorsal bestimmten Werte dienen können, wurde über

falls die Varianzanalyse durchgeführt. Ihre Ergebnisse vermittelt Tabelle 4. Dabei beschränkten wir uns auf die rechte Niere, da die Parameter des linken Organs nicht vollständig ermittelt werden konnten. Länge und Mittelecholänge ergaben, gleichgültig, ob von dorsal oder ventral gemessen wurde, identische Werte. Tiefe und Mittelechotiefe hatten bei den Messungen von dorsal einen größeren Wert als bei den Messungen von ventral. Im Querschnitt glichen sich Breite, Mittelechobreite und Mittelechotiefe, während sich die von dorsal und die von ventral bestimmte Tiefe signifikant unterschieden. Dies war auch bei dem aus Länge, Tiefe und Breite errechneten Volumen der Fall.

f) Überprüfung der Meßwerte von linker und rechter Niere.

Ferner wurde mittels Varianzanalyse untersucht, ob die Meßstrecken von linker und rechter Niere identische Werte annehmen (siehe Tabelle 5). Es ergab sich zwischen der Länge der linken und der rechten Niere im Gegensatz zu den anderen Parametern des Längsschnitts kein Unterschied. Im Querschnitt waren bei keinem Meßwert Signifikanzen nachweisbar. Auch das Volumen von linker und rechter Niere hatte gleich große Werte.

3.3.2. Vergleich der Wiederholungsmessungen von zwei Untersuchern.

a) T - Tests zur Überprüfung der Meßwerte der beiden Untersucher.

Im Zusammenhang mit dem Problem der Standardisierbarkeit sonographischer Organmessungen interessierte die Frage, ob verschiedene Untersucher vergleichbare Meßwerte erhalten. Hierzu wurden T - Tests durchgeführt (4), wobei die Wiederholungsmessungen des einen Untersuchers den Meßwerten des anderen Untersuchers gegenübergestellt wurden. Für $t > 2,306$ bzw. $t > 3,355$ mußten Unterschiede für beide Meßwertgruppen angenommen werden. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 festgehalten.

Keine signifikanten Unterschiede ($p=0,01$; $t < 3,355$) zwischen den Meßwerten der beiden Untersucher ergaben sich bei der linken Niere für die Länge, die Tiefe, die Mittelecholänge, die Tiefe und die Mittelechotiefe im Querschnitt und das Volumen. Obwohl für die Mittelecholänge, die Mittelechotiefe und das Volumen z.T. auffällige Unterschiede ($p=0,05$; $t > 2,306$) ermittelt wurden, konnten alle oben genannten Meßstrecken als genügend standardisiert betrachtet werden, da aufgrund der vorgegebenen Wahrscheinlichkeit auch bei gleichen Meßwerten mit zufällig bedingten Unterschieden gerechnet werden muß.

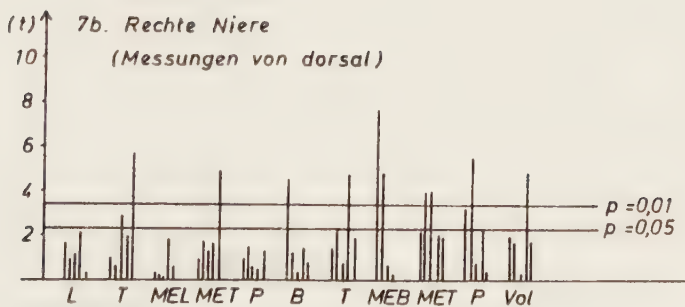
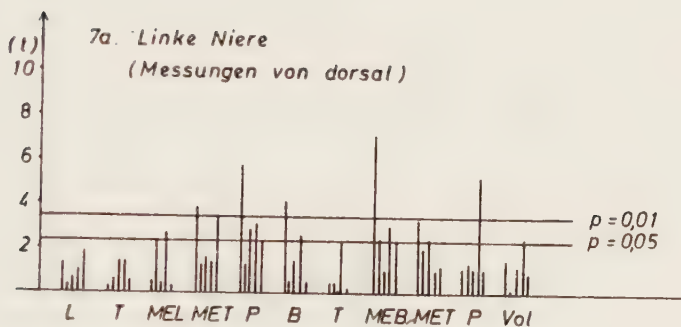
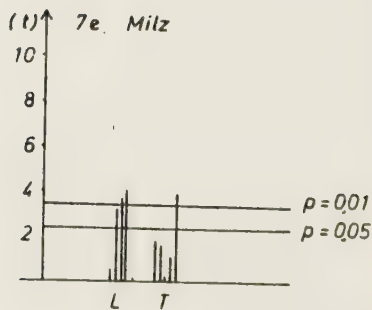
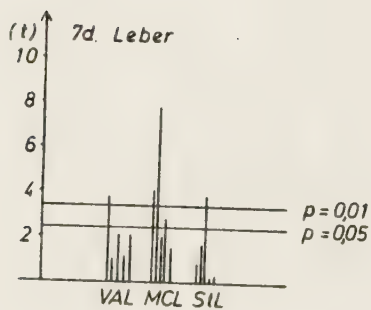
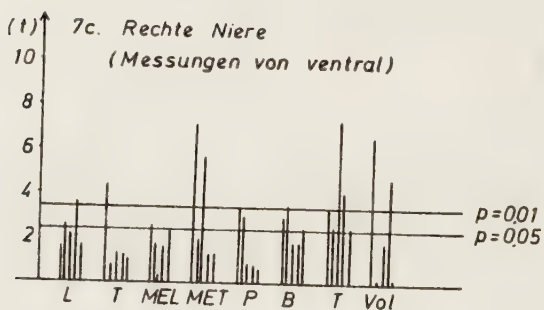


Abb. 7a-e. T - Tests zur Überprüfung der Meßwerte von Nieren, Leber und Milz der beiden Untersucher.



Bei den von hinten bestimmten Parametern der rechten Niere ergab sich folgendes Bild: Mit Sicherheit genügend definiert waren Länge, Mittelecholänge und Parenchym im Längsschnitt. Ein signifikanter Unterschied zwischen den Meßwerten der beiden Untersucher trat bei einem der fünf Kinder bei der Mittelecho-
tiefe im Längsschnitt, bei Breite und Tiefe im Querschnitt und dem Volumen auf. Auch diese Parameter können noch als genügend standardisiert angesehen werden. Bei der Darstellung der rechten Niere von vorn waren mit Sicherheit Mittelecholänge und Parenchym genügend definiert; ebenfalls konnte die Standardisierung von Länge und Tiefe im Längsschnitt akzeptiert werden. Bei der Leber erhielten die beiden Untersucher für die Länge in der vorderen Axillarlinie und der Sternallinie weitgehend übereinstimmende Meßergebnisse, während für die Meßstrecke, die in der Medioclavicularlinie bestimmt wurde, beide Untersucher unterschiedliche Werte erhielten. Dies war auch bei der Milzlänge der Fall, während die Milztiefe genügend definiert war.

Zusammenfassend ist festzuhalten, daß bei der Mehrzahl der Parameter verschiedene Untersucher mit unterschiedlicher Meßerfahrung übereinstimmende Meßergebnisse erzielen, so daß die Standardisierung der Schnittebenen durch definierte Schnittbilder gegeben ist.

b) Variationskoeffizienten der Wiederholungsmessungen von Untersucher A.

Da bei einigen Parametern im T - Test statistisch nachweisbare Unterschiede auftraten, wurden zur genaueren Analyse des Vergleichs der Meßwerte der beiden Untersucher die Variationskoeffizienten der Wiederholungsmessungen gegenübergestellt. Die Variationskoeffizienten von Untersucher A sind in Abbildung 8 wiedergegeben.

Folgende Ergebnisse sind festzuhalten:

1. Wie bei Untersucher B zeigen auch bei Untersucher A die Hauptdurchmesser der Niere und die Länge der Leber in der vorderen Axillarlinie die geringsten Streuungswerte. Sie liegen für die Nierenlänge zwischen 2 % und 4 %, für Breite und Tiefe zwischen 2 % und 7 % des Mittelwertes. Stärker variieren auch bei Untersucher A das Nierenparenchym, die Strukturen des Mittelechos und das Nierenvolumen. Die Variationskoeffizienten der Nierennebensdurchmesser liegen zwischen 2 % und 17 %. Die größte Streuungsbreite zeigt die Mittelechotiefe, wobei der größte Variationskoeffizient 16,6 % des Mittelwertes beträgt (15,8 % bei Untersucher B). In der Regel liegen aber auch bei Untersucher A die Streuungswerte wesentlich niedriger.

2. Gleichfalls bestehen bei Untersucher A keine Unterschiede zwischen den Streuungen der Meßwerte von linker und rechter Niere.
3. Bei Untersucher A liegen die Variationskoeffizienten der Parameter des Longitudinalschnittes und des Transversalschnittes in der gleichen Größenordnung.
4. Es bestehen ebenfalls keine Unterschiede zwischen den Streuungswerten der Hauptdurchmesser der von hinten und der von vorn gemessenen Niere. Die von vorn bestimmten Nebendurchmesser variieren stärker als die von hinten ermittelten.
5. Die Variationskoeffizienten der Leberparameter liegen gleichfalls zwischen 3 % und 11 %, die der Milzlänge zwischen 3 % und 8 % und die der Milztiefe zwischen 6 % und 18 % des Mittelwertes.
6. In Bezug auf das Verhalten und die Größenordnung der Streuungen der Wiederholungsmessungen bestehen zwischen den beiden Untersuchern mit Ausnahme der Milztiefe keine Unterschiede. Bei der Milztiefe ist zu sagen, daß es sich bei dem maximalen Variationskoeffizienten um einen einmaligen Wert handelt, der auch durch einen Meßfehler bedingt sein könnte.

Aus diesen Ergebnissen folgt, daß bei Wiederholungsmessungen die Meßwerte bei verschiedenen Untersuchern, unabhängig von der Meßerfahrung, gleich gut reproduzierbar sind.

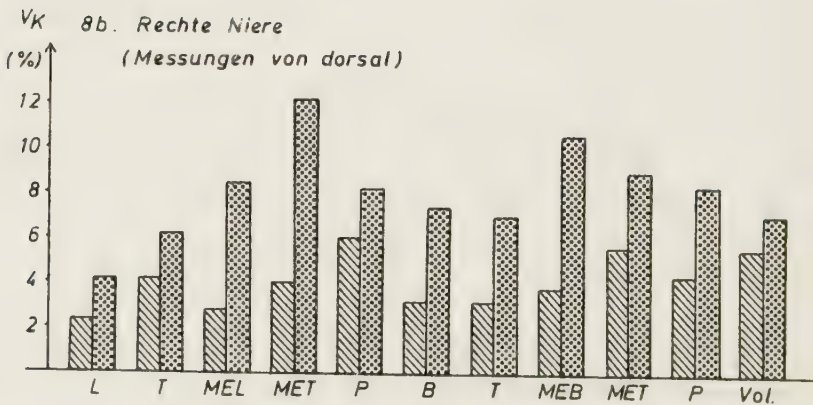
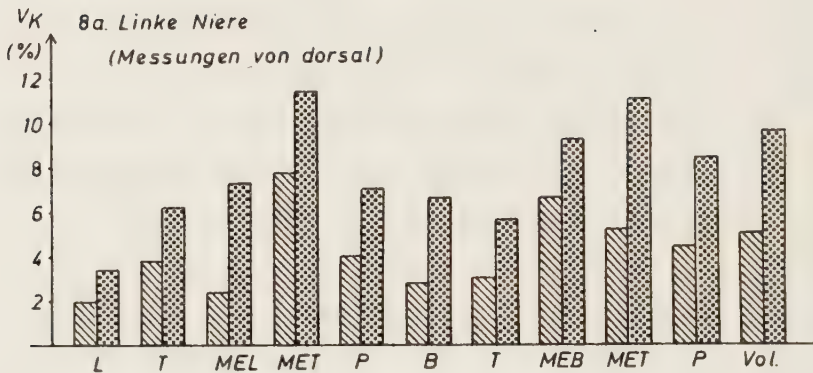
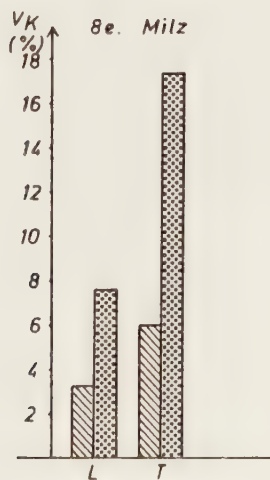
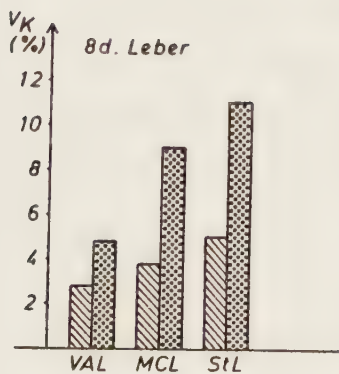
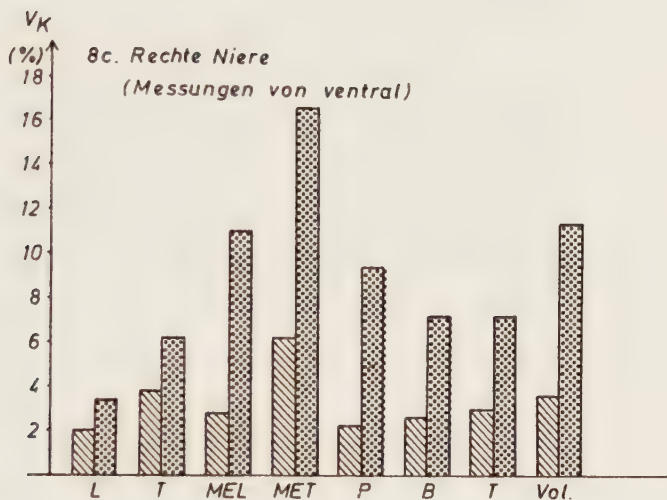


Abb. 8a-e. Minimale und maximale Variationskoeffizienten der Durchmesser beider Nieren, der Leber und der Milz (Meßwerte von Untersucher A).



c) Überprüfung von interindividuellen und intraindividuellen Variationen.

Gleichfalls wurde bei Untersucher A überprüft, ob die interindividuelle Variation größer als die intraindividuelle ist (siehe Tabelle 2). Bei allen Parametern mit Ausnahme der Mittelechotiefe der rechten Niere im Querschnitt bei den Messungen von hinten ist die individuelle Streuung größer als die Streuung, die durch die Wiederholungsmessungen bedingt ist. Dies ist im Gegensatz zu Untersucher B auch beim Parenchym der rechten Niere im Längsschnitt bei den Messungen von vorn der Fall. Dabei konnte bei allen Meßwerten mit Ausnahme des Parenchyms der linken Niere und der Mittelechotiefe der rechten Niere im Querschnitt bei den Messungen von vorn und der Milztiefe ein Wahrscheinlichkeitsniveau von 99 % vorausgesetzt werden, bei den Ausnahmen betrug das Wahrscheinlichkeitsniveau 95 %. Auch bei diesem Test zeigten die Meßwerte der beiden Untersucher mit Ausnahme des oben genannten Parenchymwerts gleiches Verhalten.

d) Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.

Auch bei Untersucher A wurden die Tagesschwankungen der Meßwerte überprüft (siehe Tabelle 3). Für die Mehrzahl der Meßwerte traten keine Unterschiede von

Tag zu Tag auf, lediglich bei 24 % der Messungen wurden statistisch nachweisbare Tagesschwankungen ermittelt. Bei den von dorsal bestimmten Nierenparametern waren es 26 %, bei den Nierenmessungen von vorn 22 %, bei den Leberwerten 33 % und bei der Milz 20 %. Insgesamt traten genau so viele Tagesschwankungen auf wie bei Untersucher B, lediglich die Verteilung auf die einzelnen Organe variierte geringfügig.

e) Überprüfung der von dorsal und ventral bestimmten Nierenmeßwerte.

Bei der Gegenüberstellung der von dorsal und der von ventral bestimmten Parameter der rechten Niere ergab sich folgendes Bild:

Genau wie bei Untersucher B traten signifikante Unterschiede bei der Tiefe und der Mittelechotiefe im Längsschnitt auf. Bei der Tiefe im Querschnitt bestand ein auffälliger Unterschied zwischen dem von dorsal und dem von ventral ermittelten Wert. Bei allen anderen Parametern, auch beim Volumen im Gegensatz zu Untersucher B, waren die von vorn bestimmten Meßwerte mit den von hinten gemessenen identisch.

f) Überprüfung der Meßwerte von linker und rechter Niere.

Mittels Varianzanalyse wurde überprüft, ob die Parameter von linker und rechter Niere identische Werte

annehmen. Bei Untersucher A traten keine Unterschiede zwischen den Meßwerten von linker und rechter Niere mit Ausnahme der Mittelecholänge und der Mittelechotiefe im Querschnitt auf, während bei Untersucher B auch die Varianzanalyse zwischen Tiefe, Mittelechotiefe und Parenchym im Längsschnitt Signifikanzen aufwies, und zwischen Mittelechotiefe von linker und rechter Niere im Querschnitt ein Unterschied bestand.

g) Differenzen der Mittelwerte der beiden Untersucher.

Für die Parameter, bei denen im T - Test ein signifikanter bzw. ein auffälliger Unterschied zwischen den Untersuchern festgestellt wurde, wurde zur Beurteilung der Größenordnung der Unterschiede die Differenz der Mittelwerte ($\bar{x}_{UB} - \bar{x}_{UA}$) errechnet und in Abbildung 9 dargestellt. Wie aus dieser Abbildung zu ersehen ist, streuen die Differenzen der Mittelwerte bei den Nierenparametern dicht um die Nulllinie, der größte Betrag ist 0,6 cm. Bei den Leber- und Milzparametern liegen alle Differenzwerte unterhalb der Nulllinie, d.h., daß Untersucher A immer größere Meßwerte als Untersucher B bestimmt hat, was möglicherweise auf einen systematischen Fehler zurückzuführen ist. Bei der Milz beträgt der größte Differenzwert -0,57 cm, bei der Leber -1,13 cm.

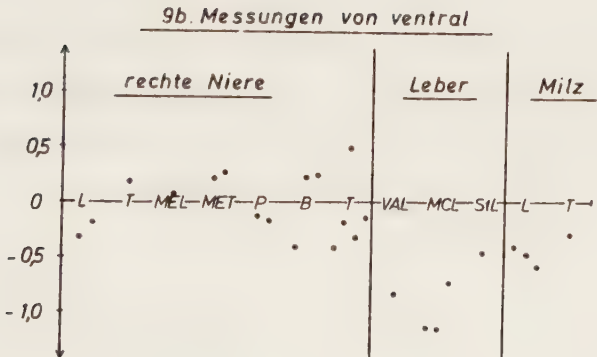
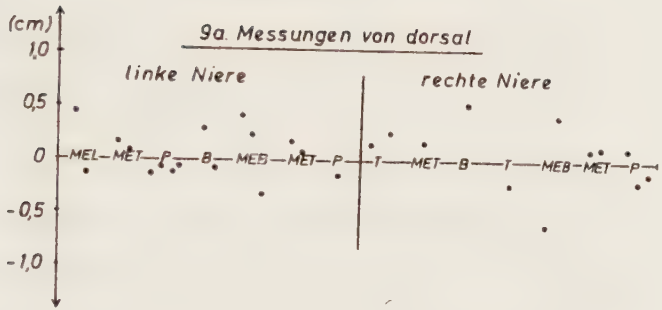


Abb. 9a und b. Differenz der Mittelwerte von 9-fach Messungen, bei denen im T - Test ein signifikanter bzw. ein auffälliger Unterschied zwischen beiden Untersuchern auftrat.

Aus den unter 3.3.1. und 3.3.2. aufgeführten Punkten ist zu schließen, daß Meßungenauigkeiten, die beim Abgreifen der Meßstrecke entstehen, vernachlässigt werden können. Bedeutung können jedoch Probleme erlangen, die mit der Standardisierung der Schnittebenen verbunden sind. Anhand der durchgeführten Untersuchungen konnte jedoch gezeigt werden, daß die Standardisierbarkeit für die Mehrzahl der Parameter gewährleistet und statistisch nachweisbar ist. Bei den Meßstrecken, bei denen Unterschiede auftreten, liegen diese in einer Größenordnung von 0,5 cm, bei der Länge der Leber in der Medio-clavicularlinie von ca. 1 cm. Diese Unterschiede spielen jedoch in der medizinischen Diagnostik keine entscheidende Rolle. Damit ist eine ausreichende Reproduzierbarkeit sonographischer Organmeßwerte gegeben. Mit der Reproduzierbarkeit der Meßwerte ist die Voraussetzung zur Untersuchung der Zusammenhänge von Organmeßwerten und Lebensalter der Patienten, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche erfüllt.

3.3.3. Interindividuelle Variationen und ihre Abhängigkeiten.

a) Mittelwerte, Standardabweichungen und Variationskoeffizienten.

Zur Untersuchung über interindividuelle Variationen sonographischer Organmeßwerte wurden Nieren, Leber und Milz von 20 Kindern je 5 mal durch Untersucher B vermessen. Errechnet wurden die Mittelwerte der Meßergebnisse von diesen 20 Kindern, die Standardabweichung als Maß der interindividuellen Variation und die Variationskoeffizienten. Bei den Nierenmessungen wurden nur die von dorsal bestimmten Durchmesser des linken Organs berücksichtigt, da in 3.3.1. und 3.3.2. eine weitgehende Übereinstimmung zwischen linker und rechter Seite nachgewiesen wurde. Die Ergebnisse wurden in folgender Abbildung festgehalten.

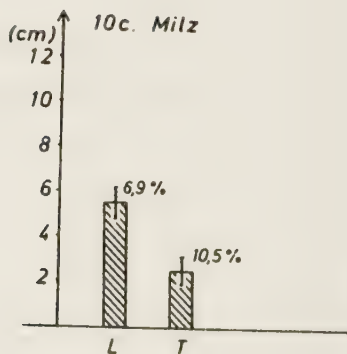
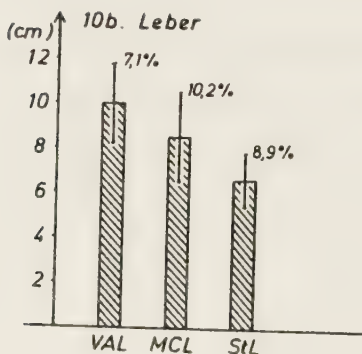
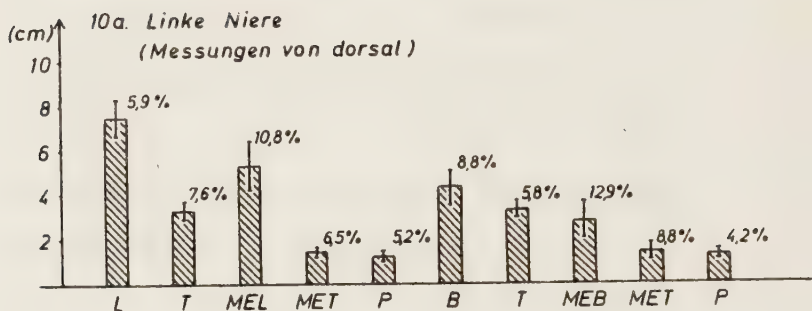


Abb. 10a-c. Mittelwerte, doppelte Standardabweichung und Variationskoeffizienten als Maß der interindividuellen Variation der von dorsal bestimmten Durchmesser der linken Niere, der Leber und der Milz bei 20 Kindern.

Aus Abbildung 10 geht hervor, daß die interindividuelle Variation, wie bereits unter 3.3.1. und 3.3.2. festgestellt wurde, größer als die intra-individuelle ist. Dennoch unterliegen die Meßwerte in der Gruppe von Kindern mit einer Körperoberfläche von 0,9 bis 1,1 m² nur einer geringen interindividuellen Streuung. Die Streuungswerte der Nierenlänge, Tiefe, Mittelechotiefe und des Parenchyms im Longitudinalschnitt und der Breite, Tiefe, Mittelechotiefe und des Parenchyms im Transversalschnitt liegen unter 10 % des Mittelwertes. Dies ist auch bei den Leberwerten in der vorderen Axillarlinie und der Sternallinie und bei der Milzlänge der Fall. Bei der Mittelecholänge, der Mittelechobreite, der Länge der Leber in der Medio-clavicularlinie und der Milztiefe liegen die Streuungswerte zwischen 10 % und 13 % des Mittelwertes.

b) Korrelationen der Meßwerte mit Lebensalter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche der Kinder.

Da die Meßwerte nur geringe Unterschiede von Kind zu Kind zeigen, ergibt sich die Möglichkeit für bestimmte Gruppen von Kindern Normwerttabellen für die einzelnen Parameter aufzustellen. Deshalb überprüften wir, ob signifikante Korrelationen zwischen den Meßwerten und Lebensalter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche der Kinder bestehen. Ferner untersuchten wir, mit welchem dieser Faktoren die

Parameter von Niere, Leber und Milz den engsten Zusammenhang zeigen, um das günstigste Einteilungskriterium für Normwerte herauszufinden. Die errechneten Korrelationskoeffizienten vermittelt Tabelle 6. Daraus geht hervor, daß signifikante Zusammenhänge zwischen den Meßwerten und den genannten Faktoren bestehen. Die beste Korrelation ergibt sich für die meisten Meßstrecken mit der Körpergröße. Davon ausgenommen sind Nierenlänge und Milzlänge, die mit dem Alter der untersuchten Kinder den höchsten Korrelationskoeffizienten zeigen. Ebenfalls recht gut korrelieren die Meßwerte mit der Körperoberfläche. Mit dem Gewicht stehen die meisten Parameter in keinem korrelativen Zusammenhang. Aus diesen Tatsachen ist zu schließen, daß sonographische Organmeßwerte von gesunden Kindern gleicher Körpergröße der geringsten interindividuellen Variation unterliegen und damit die Körpergröße das beste Einteilungskriterium für Normwerttabellen darstellt.

4. Diskussion

Der Schwerpunkt der sonographischen Diagnostik liegt in der inneren Medizin und der Urologie auf der morphologischen Analyse der Tomogramme (7), (8), (12), (17), (19), (22). In der Pädiatrie wurde zunächst ausschließlich diese Methode der Ultraschalldiagnostik übernommen (2), (14), (18), (20). Da Organgrößen im Kindesalter einer großen Variabilität unterliegen und bei Organerkrankungen auch mit Störungen des Organwachstums gerechnet werden muß, wurde in der Pädiatrie ein eigenes Konzept, die sonographische Organometrie, entwickelt (23). Dieses Konzept beruht auf der morphometrischen Auswertung der Sonogramme und knüpft damit an die Ultraschalldiagnostik der Geburtshilfe an. Wenn die Größenbestimmung einzelner Organe und ihrer Binnenstrukturen diagnostische Hinweise vermitteln soll, so müssen die Variationsmöglichkeiten sonographischer Messungen, ihre Reproduzierbarkeit und Standardisierbarkeit und die korrelativen Zusammenhänge der Meßwerte mit äußeren Faktoren bekannt sein.

In der medizinischen Literatur finden sich nur wenige Arbeiten über sonographische Organgrößenbestimmungen. In einer Studie zur Lokalisation der Niere für die perkutane Biopsie verglich Bolton (3) sonographische Messungen der Nierenlänge und -breite mit radiologischen und szintigraphischen Bestimmungen. Als Bezugsmethode benutzte Bolton die Durchleuchtung mit eingeblendetem

Maßstab. Es ergab sich kein signifikanter Unterschied zwischen den durch Durchleuchtung und den szintigraphisch und sonographisch ermittelten Meßwerten. Einen signifikanten Unterschied zu den Meßwerten der Bezugsmethode zeigten jedoch die im i.v.-Pyelogramm bestimmten Nierenlängen und -breiten. Aufgrund von Boltons Ergebnissen wird deutlich, daß die Bestimmung von Nierenlänge und -breite sowohl szintigraphisch als auch sonographisch erfolgen kann. Dabei ist der Sonographie der Vorzug zu geben, da sie erstens immer anwendbar und zweitens mit keiner Strahlenbelastung verbunden ist.

Bolton führte seine Messungen nur in Bauchlage des Patienten durch. Bei unseren Untersuchungen überprüften wir, ob die von dorsal bestimmten Nierenmeßwerte mit den von ventral ermittelten übereinstimmen. Während Länge, Mittelecholänge, Breite und Mittelechobreite bei den Messungen von vorn und hinten identisch sind, zeigen Tiefe und Mittelechotiefe (Ausnahme: Mittelechotiefe im Querschnitt) einen signifikanten Unterschied. Folglich sind die maximalen Durchmesser der Niere und des Mittelechos, obwohl im anterior - posterior Strahlengang eine andere Schnittebene als bei den Messungen von dorsal dargestellt wird, austauschbar und können zur gegenseitigen Kontrolle dienen.

Darüber hinaus wurde untersucht, ob bei einem paarig angelegten Organ wie der Niere die Meßwerte von rechter und linker Seite übereinstimmen oder ob aus den ver-

schiedenen anatomischen Lage unterschiedliche Meßstrecken im Sonogramm resultieren. Die Meßwerte von Länge, Tiefe (Ausnahme: Tiefe des Längsschnitts bei U_A) und Breite von linker und rechter Niere sind bei gesunden Organen identisch. Treten erhebliche Abweichungen der Hauptdurchmesser von linker und rechter Niere auf, so muß ein pathologischer Prozeß in Erwägung gezogen werden.

Untersuchungen über die Genauigkeit sonographischer Messungen führte Holder (10) durch. Er verglich die sonographisch und szintigraphisch ermittelten Meßwerte der Leberhöhe in der Medioclavicularlinie miteinander und errechnete für einen 95 %igen Konfidenzbereich einen Korrelationskoeffizienten von 0,94. Die Reproduzierbarkeit seiner Messungen überprüfte er, indem er die Leberhöhe mehrmals auf einem Polaroidbild von einer Schnittebene bestimmte und eine Streuung von ± 1 mm erhielt. Holder konnte bei diesem Vorgehen jedoch nur die Ablesegenauigkeit der Meßstrecke berechnen, ließ jedoch die verschiedenen Variationsmöglichkeiten sonographischer Messungen unberücksichtigt. Um die tatsächliche Streubreite ermitteln zu können, war ein von Holders Untersuchungen abweichendes Vorgehen notwendig. Wir überprüften die Reproduzierbarkeit unserer Meßwerte, indem wir bei jeder Messung das definierte Schnittbild erneut einstellten, um auch die durch die verschiedenen Schnittebenen bedingten Variationen zu erfassen. Auf diese Weise erhielten wir für die Leberhöhe eine Fehlerbreite

von $\pm 0,6$ cm bis $\pm 1,6$ cm bei Mittelwerten in einer Größenordnung von 8 cm. Außer dem von Holder bestimmten Parameter dehnten wir unsere Messungen auf 2 weitere Leber-, 35 Nieren- und 2 Milzvariablen aus. Wir erhielten Variationskoeffizienten zwischen 2 und 7 % des Mittelwertes für die Nierenhauptdurchmesser, zwischen 2 und 16 % für die Nierennebendurchmesser und zwischen 3 und 11 % für die Leber- und Milzwerte (ausgenommen die Milztiefe bei U_A). Dabei zeigte sich, daß die Streuung nicht nur von der Ausdehnung der Meßstrecke, sondern in erster Linie von ihrer Begrenzbarkeit abhängig ist.

Um weitere Aspekte des Schnittebenenproblems zu erfassen, untersuchten wir, ob Tagesschwankungen bei den Meßwerten auftreten. Die Mehrzahl der Messungen an gesunden Organen ergab keine Unterschiede an den verschiedenen Tagen. Daher können sonographische Organgrößenbestimmungen auch zu Verlaufskontrollen herangezogen werden. So konnte z.B. Duval (6) zeigen, daß Vergrößerungen des Nierenvolumens, das er aus den Hauptdurchmessern errechnete, bei Abstoßungskrisen nach Nierentransplantationen im Sonogramm erkennbar sind.

Da das Hauptproblem der sonographischen Organometrie in der Standardisierung der Schnittebenen und Meßstrecken besteht, überprüften wir mittels T - Test, ob verschiedene Untersucher mit unterschiedlicher Meßerfahrung bei den oben vorgegebenen Definitionsbedingungen statistisch

gleiche Meßwerte erhalten. Es zeigte sich, daß bei der Mehrzahl der Parameter keine statistisch nachweisbaren Unterschiede auftraten. Für die Variablen, die bei beiden Untersuchern unterschiedliche Werte ergaben, wurde durch die Differenz der Mittelwerte gezeigt, daß diese Unterschiede unerheblich sind. Aus diesen Ergebnissen geht hervor, daß die von uns gewählte Form der Schnittebenendefinition - Einstellung der größten Schnittfläche - eine ausreichende Standardisierung gewährleistet.

Um die Unterschiede der Meßwerte von Kind zu Kind darstellen zu können, mußte überprüft werden, ob die durch Wiederholungsmessungen bedingten Streuungen kleiner als die individuellen Streuungen sind. Es konnte gezeigt werden, daß die interindividuelle Variation signifikant größer als die intraindividuelle ist (Ausnahme: Mittlerechotiefe der rechten Niere im Querschnitt und Parenchym der rechten Niere im Längsschnitt bei den Messungen von vorn). Das bedeutet, daß selbst bei einer eng begrenzten Gruppe von Patienten, innerhalb der nur geringe Unterschiede der Organgrößen zu erwarten sind, die individuellen Variationen feststellbar sind. Dies läßt auf eine große Genauigkeit sonographischer Messungen schließen.

Um ein Einteilungskriterium für Personengruppen mit der geringsten interindividuellen Variation zu erhalten, wurden die Korrelationskoeffizienten zwischen den Meßdaten und Alter, Körpergröße, Gewicht und Körperober-

fläche der Versuchspersonen errechnet. Dabei zeigte sich, daß signifikante Zusammenhänge zwischen den Organparametern und den oben beschriebenen Faktoren bestehen. Mit Ausnahme der Nieren- und Milzlänge ergab sich für alle Meßwerte die beste Korrelation mit der Körpergröße der Kinder. Untersuchungen über die Zusammenhänge von radiologischen Nierenmeßwerten mit somatischen Faktoren führte Hodson (9) durch. Er stellte ebenfalls enge korrelative Beziehungen fest, erhielt jedoch auch für die Nierenlänge die beste Korrelation mit der Körpergröße. Diese Abweichung ist dadurch zu erklären, daß es sich bei unseren Versuchspersonen um ein vorselektioniertes Patientenkollektiv handelt und dadurch geringste Meßungenauigkeiten bei der Berechnung der Korrelationskoeffizienten ins Gewicht fallen. Auch Holder (10) überprüfte die Zusammenhänge von Patientenmerkmalen und der sonographisch ermittelten Leberhöhe in der Medioclavicularlinie und erhielt die engste korrelative Beziehung mit der Körpergröße. Untersuchungen anderer Autoren über die Abhängigkeiten der Milzgröße sind uns nicht bekannt.

Aufgrund der Reproduzierbarkeit und Standardisierbarkeit sonographischer Meßwerte und ihres korrelativen Zusammenhangs mit der Körpergröße der Patienten, erscheint es sinnvoll, Normwerttabellen zu erstellen. Da gezeigt werden konnte, "daß sich sonographische Meßwerte von pathologisch veränderten Organen deutlich von Meßdaten

unterscheiden, die von Organen ohne pathologische Veränderung gewonnen wurden" (23, Seite 83), stellt die sonographische Organometrie eine ideale Vorfelddiagnostik in der Pädiatrie dar. Lassen sich bestimmte Organerkrankungen mit Abweichungsmustern der Parameter vom Normwert in Zusammenhang bringen, so erschließen sich durch Ultraschalluntersuchungen völlig neue Möglichkeiten in der pädiatrischen Differentialdiagnose.

5. Zusammenfassung

1. Es wird untersucht, welchen Variationsursachen sonographische Organmeßwerte bei organgesunden Kindern unterliegen.
2. Bestimmt werden 35 Nieren-, 3 Leber- und 2 Milzparameter durch
 - a) 9-fach Messungen eines wenig erfahrenen Untersuchers (Untersucher B) bei 5 Kindern,
 - b) 9-fach Messungen eines sehr erfahrenen Untersuchers (Untersucher A) bei 5 Kindern,
 - c) 5-fach Messungen eines Untersuchers (Untersucher B) bei 20 Kindern.
3. Folgende Ergebnisse werden ermittelt:
 - a) Bei den Wiederholungsmessungen eines wenig erfahrenen Untersuchers
 1. liegen die Streuungen der Nierenhauptdurchmesser zwischen 2 und 7 % des Mittelwertes, bei den Nierennebendurchmessern zwischen 2 und 16 % und die der Leber- und Milzwerte zwischen 3 und 11 %,
 2. ist die interindividuelle Variation, die durch die Unterschiede von Kind zu Kind bedingt ist, bei allen Parametern, ausgenommen die Mittelechotiefe im Querschnitt und das Parenchym im Längsschnitt der rechten Niere, größer als die intraindividuelle Streuung, die durch die Wiederholung der Messungen hervorgerufen wird,
 3. treten kaum Unterschiede der Messungen von Tag zu Tag auf,
 4. haben von ventral und dorsal gemessene Länge und Breite der Niere identische Werte, während bei der Tiefe signifikante Unterschiede auftreten,
 5. unterscheiden sich Länge und die Parameter des Querschnitts von linkem und rechtem Organ nicht.
 - b) Bei den Wiederholungsmessungen eines sehr erfahrenen Untersuchers
 1. treten wenig Unterschiede zu den Meßwerten von Untersucher B im T-Test auf,
 2. liegen die Variationskoeffizienten in der gleichen Größenordnung wie bei Untersucher B,

3. ist die interindividuelle Variation der Parameter mit Ausnahme der Mittelechotiefe der rechten Niere im Querschnitt ebenfalls signifikant größer als die intraindividuelle Streuung,
4. unterliegen die Meßwerte kaum Tagesschwankungen,
5. bestehen die gleichen Unterschiede zwischen den von dorsal und ventral ermittelten Meßwerte der rechten Niere wie bei Untersucher B,
6. treten keine Unterschiede zwischen den Hauptdurchmessern des linken und rechten Organs auf,
7. liegen die Differenzen der Mittelwerte zu Untersucher B dicht um die Nulllinie mit Ausnahme der Leberhöhe in der Medioclavicularlinie.

c) Anhand der Messungen bei 20 Kindern

1. wird die interindividuelle Variation ermittelt. Sie beträgt bei den Nierenmeßwerten unter 10 %, bei den Leber- und Milzmeßwerten zwischen 10 und 13 % des Mittelwertes,
 2. werden die Korrelationskoeffizienten mit Lebensalter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche der Versuchspersonen errechnet. Der engste Zusammenhang ergibt sich dabei mit der Körpergröße.
4. Aus den durchgeführten Untersuchungen läßt sich folgern, daß
- a) die Standardisierung der Schnittbildebene durch die Einstellung definierter Ultraschalltomogramme gegeben ist,
 - b) die morphometrische Auswertung aufgrund der Reproduzierbarkeit der Meßwerte möglich und unabhängig von der Meßerfahrung des Untersuchers ist,
 - c) mit der Reproduzierbarkeit die Voraussetzung zur Erstellung von Organnormwerten gegeben ist,
 - d) aufgrund des engen Zusammenhangs von Organmeßwerten und Lebensalter, Körpergröße, Gewicht und Körperoberfläche bei gravierenden Organerkrankungen mit Veränderungen dieses Zusammenhangs zu rechnen ist.

6. Tabellarischer Anhang

Tabelle 1.

Versuchspersonen mit einer Körperoberfläche von 0,9-1,1 m².

Name	Geschlecht	Alter in Monaten	Größe in cm	Gewicht in kg	Körper- oberflä- che in m ²
K.R.	w	117	145	28,6	1,06
G.F.	m	138	148	28,0	1,10
D.K.	w	105	134	25,9	0,99
B.K.	w	122	132	29,5	1,04
A.S.	m	102	132	28,0	1,01
T.B.	m	142	130	29,8	1,02
M.B.	m	68	123	26,2	0,93
B.H.	w	103	127	24,5	0,93
J.B.	w	76	129	23,5	0,92
J.G.	m	146	143	30,0	1,10
S.S.	m	105	127	23,0	0,90
C.S.	w	107	132	28,0	1,01
R.S.	m	146	135	27,0	1,01
P.R.	w	82	125	25,7	0,94
J.D.	m	119	140	22,6	1,06
R.W.	m	100	130	25,0	0,95
S.K.	m	95	133	31,1	1,05
S.G.	w	80	130	24,0	0,93
J.L.	m	87	119	25,0	0,90
T.R.	m	87	127	25,6	0,93

Tabelle 2.

Varianzanalyse zur Überprüfung, ob die interindividuellen Variationen signifikant größer als die intraindividuellen sind.

Niere:

	Untersucher B			Untersucher A		
	li N _d	re N _d	re N _v	li N _d	re N _d	re N _v
L	s	s	s	s	s	s
T	s	s	s	s	s	s
MEL	s	s	s	s	s	s
MET	s	s	s	s	a	s
P	a	s	-	a	s	s
B	s	s	s	s	s	s
T	s	s	s	s	s	s
MEB	s	s		s	s	
MET	s	-		s	-	
P	a	s		s	s	
Vol	s	s	s	s	s	s

Fortsetzung Tabelle 2.

Leber:

	Unters. B	Unters. A
VAL	s	s
MCL	s	s
StL	s	s

Milz:

	Unters. B	Unters. A
L	s	s
T	s	a

s = signifikant ($p = 0,01$)
a = auffällig ($p = 0,05$)

Tabelle 3.

Varianzanalyse zur Überprüfung der Messungen an drei verschiedenen Tagen.

	Untersucher B					Untersucher A				
	K.R.	G.F.	D.K.	B.K.	A.S.	K.R.	G.F.	D.K.	B.K.	A.S.
<u>li N_d:</u>										
L	-	-	-	-	-	-	a	a	-	-
T	-	-	-	-	-	-	-	-	s	-
MEL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MET	-	-	s	-	-	-	-	-	-	-
P	-	-	-	a	-	-	-	s	a	-
B	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
T	-	-	-	-	-	a	s	-	-	-
MEB	-	-	-	a	-	-	a	-	-	a
MET	-	-	-	a	-	a	-	-	-	-
P	s	-	-	-	-	-	a	a	-	a
Vol	-	a	a	-	-	a	-	a	a	-
<u>re N_d:</u>										
L	-	-	-	-	-	-	a	-	s	s
T	-	s	-	-	a	-	-	-	-	-
MEL	-	-	-	-	a	-	-	-	a	s
MET	-	-	-	-	-	-	a	-	-	-
P	-	s	-	-	-	-	-	-	-	-
B	-	s	a	-	-	-	-	-	-	-
T	-	-	a	-	-	s	s	a	-	-
MEB	-	-	a	-	-	a	-	-	-	-
MET	-	-	-	-	s	-	-	-	-	s
P	-	-	-	s	-	-	s	a	-	-
Vol	-	s	a	-	-	-	-	-	-	-

Fortsetzung Tabelle 3.

	Untersucher B					Untersucher A				
	K.R.	G.F.	D.K.	B.K.	A.S.	K.R.	G.F.	D.K.	B.K.	A.S.
<u>re N :</u>										
L	-	-	-	-	a	-	s	-	-	-
T	-	-	a	-	-	a	-	-	-	-
MEL	-	-	-	-	-	-	s	-	a	-
MET	a	s	-	-	-	-	s	a	-	-
P	-	-	-	a	-	-	-	-	-	-
B	-	-	a	-	a	s	-	-	-	-
T	-	a	-	a	a	s	-	-	-	-
MEB	-	s			-	-				-
MET	-	s			-	-				-
P	a	-			-	a				-
Vol	-	a	-	-	a	-	-	-	a	-

Leber:

VAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MCL	-	-	s	-	-	-	-	s	-	-
StL	s	-	s	s	s	-	s	-	-	a

Milz:

L	-	-	s	-	-	a	-	-	-	-
T	-	-	s	s	-	a	-	-	-	-

s = signifikanter Unterschied (p = 0,01)

a = auffälliger Unterschied (p = 0,05)

- = kein Unterschied

Tabelle 4.

Varianzanalyse zur Überprüfung der von dorsal und ventral gemessenen Werte der rechten Niere.

	Untersucher B			Untersucher A		
	$\bar{x}_d$	$\bar{x}_v$	V.A.	$\bar{x}_d$	$\bar{x}_v$	V.A.
L	7,45	7,41	-	7,50	7,54	-
T	3,59	3,33	s	3,53	3,24	s
MEL	4,92	5,00	-	4,98	5,13	-
MET	1,46	1,35	s	1,39	1,21	s
B	4,48	4,42	-	4,41	4,46	-
T	3,40	3,27	s	3,44	3,55	a
MEB	2,98	3,03	-	2,82	2,78	-
MET	1,43	1,40	-	1,31	1,35	-
Vol	62,48	57,54	s	61,50	58,93	-

Mittelwerte in cm bzw. cm²

s = signifikanter Unterschied (p = 0,01)

a = auffälliger Unterschied (p = 0,05)

- = kein Unterschied

Tabelle 5.

Varianzanalyse zur Überprüfung der von dorsal gemessenen
Werte der linken und der rechten Niere.

	Untersucher B			Untersucher A		
	$\bar{x}_l$	$\bar{x}_r$	V.A.	$\bar{x}_l$	$\bar{x}_r$	V.A.
L	7,61	7,45	-	7,67	7,50	-
T	3,39	3,59	s	3,42	3,53	-
MEL	5,20	4,92	s	5,17	4,98	a
MET	1,39	1,46	s	1,34	1,39	-
P	1,24	1,32	s	1,32	1,32	-
B	4,44	4,48	-	4,42	4,41	-
T	3,38	3,40	-	3,42	3,44	-
MEB	3,02	2,98	-	2,90	2,82	-
MET	1,48	1,43	-	1,40	1,31	a
P	1,30	1,30	-	1,35	1,34	-
Vol	62,00	61,00	-	62,00	61,00	-

Mittelwerte in cm bzw. in cm²

s = signifikanter Unterschied (p = 0,01)

a = auffälliger Unterschied (p = 0,05)

- = kein Unterschied

Tabelle 6.

Korrelationskoeffizienten

	Alter	Größe	Gewicht	Körper- oberfläche
<u>li N:</u>				
L	0,42	0,38	0,20	0,38
T	0,31	0,37	-	0,35
MEL	-	-	-	-
MET	-	0,27	-	-
P	0,29	0,33	0,23	0,33
B	0,29	0,48	-	0,40
T	0,23	0,37	-	0,35
MEB	0,43	0,64	0,20	0,54
MET	-	0,41	-	0,28
P	0,22	0,28	-	0,21
Vol	0,41	0,52	-	0,48

Leber:

VAL	-	-	-	-
MCL	0,24	0,37	-	0,30
StL	-	0,34	-	-

Milz:

L	0,43	0,31	-	0,24
T	0,25	0,58	-	0,45

- = keine signifikante oder auffällige
Korrelation nachweisbar

7. Literaturangaben

1. Alzen, G.:
Volumenbestimmungen mit Ultraschall an isolierten Nieren.
Med. Dissert., Mainz (1977)
2. Bearman, S.; R.C. Sanders; K. Sang:
B-Scan ultrasound in the evaluation of pediatric abdominal masses.
Radiology 108:111-117 (1973)
3. Bolton, W.K.; R.J. Tally; E.J. Lewis; K. Ranninger:
Localisation of the kidney for percutaneous biopsy: a comparative study.
Ann. Int. Med. 81:151-164 (1974)
4. Claus, G.; H. Ebner:
Grundlagen der Statistik. Für Psychologen, Pädagogen und Soziologen.
Harri Deutsch Verlag Frankfurt - Zürich (1972)
5. Davidts, H.H.; H. Kaulen; K.F. Albrecht:
Ultraschalldiagnostik bei Nierenerkrankungen.
Urologe 12:283-289 (1973)
6. Duval, J.M.; J.P. Fontaine; F. Champion; F. Cartier; B. Launois:
Echotomographic survey in human kidney transplantation.
in: Ultrasonics in Medicine. Proceeding of the 2nd European Congress on Ultrasonics in Medicine.
(Hrsg: E. Kazner, M. de Vlieger, H.R. Müller, V.R. McCready). Excerpta Amsterdam, S. 222-227 (1975)

7. Engelhardt, G.J.; U.W. Blauenstein:
Ultraschalldiagnostik am Oberbauch: Normale Anatomie
im Sono-Tomogramm. Klinische Anwendung.
F.K. Schattauer Verlag: Stuttgart - New York (1973)
8. Hassani, N.:
Ultrasonography of the abdomen.
Springer Verlag, New York - Heidelberg - Berlin
(1977)
9. Hodson, G.J.; J.A. Drewe; J.A. Kain; H. King:
Renal size in normal children: a radiographic study
during life.
Arch. Dis. Childh. 37:616-622 (1962)
10. Holder, L.E.; J. Strife; T.N. Padikal; P. Perkins;
J. Kereiakes:
Liver seize determination in pediatrics using sono-
graphic and szintigraphic techniques.
Radiology 117:349-353 (1975)
11. Holländer, H.-J.:
Ultraschalldiagnostik in der Schwangerschaft.
Urban und Schwarzenberg, München - Berlin - Wien
(1975)
12. Holm, H.H.; J.K. Kristensen; S.N. Rasmussen;
J.F. Pedersen; J.P. Walter:
Abdominal Ultrasound.
Munksgaard Verlag, Kopenhagen (1976)
13. Kratochwil, A.:
Ultraschalldiagnostik in der inneren Medizin,
Chirurgie und Urologie. Atlas und Lehrbuch.
Georg Thieme Verlag, Stuttgart (1977)

14. Kratochwil, A.; F. Rosenmayr:
Möglichkeiten der Ultraschalldiagnostik in der
Pädiatrie.
Pädiatr. Prax. 13:615-623 (1974)
15. Krause, W.; R. Soldner:
Ultraschallbildverfahren (B-Scan) mit hoher Bild-
frequenz für die medizinische Diagnostik.
Elektromedica 35/4:8-12 (1967)
16. Kresse, H.:
Anwendungsmöglichkeiten der Ultraschalldiagnostik.
Röntgenpraxis 26:228-239 (1973)
17. Lutz, H.:
Ultraschalldiagnostik (B-Scan) in der inneren
Medizin. Lehrbuch und Atlas.
Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
(1978)
18. Lutz, H.; R. Petzold; U. Strunz:
Ultraschalldiagnostik bei Kindern.
Fortschr. Röntgenstr. 421:413-416 (1974)
19. Otto, P.:
Die Ultraschalldiagnostik bei Erkrankungen des
Abdominal- und Retroperitonealraums.
Hans Huber Verlag, Bern - Stuttgart - Wien (1973)
20. Rosenmayr, F.:
Ultraschalldiagnostik im Kindesalter.
Wien. klin. Wschr. 87:391-392 (1975)

21. Sachs, L.:

Angewandte Statistik.

Springer Verlag, Berlin - Heidelberg - New York
(1974)

22. Weill, F.; J.G. Becker; J.R. Kraehenbuhl; G. Hériot;
J.P. Walter:

Atlas clinique de radiographic ultrasonore.

Masson & Cie, Paris (1973)

23. Weitzel, D.:

Untersuchungen zur sonographischen Organometrie im
Kindesalter.

Med. Habilitationsschrift, Mainz (1978)

Danksagung

Hiermit möchte ich Herrn Professor Dr. Weitzel für die Überlassung des Themas, die Mitarbeit bei den Untersuchungen und die gute Betreuung bei der Abfassung der Arbeit recht herzlich danken.

Auch bei Herrn Professor Dr. Tröger bedanke ich mich für die freundliche Übernahme des Korreferats.

Annerkennung gebührt Frau Dr. Ehrenberg-Kieckebusch für die gründliche Beratung bei statistischen Problemen und Frau Krebs für die Durchführung der statistischen Berechnungen.

Lebenslauf

Am 10. Juni 1953 wurde ich, Erika Hub, in Baumholder als Kind des Elektromeisters Otto Hub und seiner Ehefrau Mathilde, geb. Theobald, geboren.

Von 1960 bis 1964 besuchte ich die evangelische Volksschule und von 1964 bis 1966 die Realschule in Baumholder. 1966 wechselte ich zum staatlichen neusprachlichen, mathematisch-naturwissenschaftlichen Gymnasium in Birkenfeld, wo ich am 25. Mai 1972 die Reifeprüfung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Zweiges ablegte.

Im Wintersemester 1972/73 begann ich das Studium der Medizin an der Johannes Gutenberg-Universität in Mainz. Nach bestandener Ärztlicher Vorprüfung im August 1974 setzte ich mein Studium an den Universitätskliniken in Mainz fort. Im August 1975 legte ich den I. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung und im März 1978 den II. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung ab. Während der Semesterferien im zweiten klinischen Ausbildungsabschnitt famulierten ich bei den Allgemeinärzten Herrn Dr. Fillmann in Birkenfeld und Herrn Dr. Keller in Baumholder. Von April 1978 bis März 1979 absolvierte ich das Praktische Jahr am akademischen Lehrkrankenhaus in Kaiserslautern in den Fachgebieten innere Medizin, Chirurgie und Pädiatrie. Den III. Abschnitt der Ärztlichen Prüfung bestand ich am 19. April und am 10. Mai in Kaiserslautern.

Zur Zeit bewerbe ich mich um eine Assistentenstelle im Fachgebiet innere Medizin. Mein Ziel ist eine Ausbildung zum Arzt für Allgemeinmedizin.

Druck: Reinartz

Copier- und Offset-Center

Gaustraße 16, Telefon 061 31/9 36 70 + Kirschgarten 3, Telefon 061 31/9 62 02
6500 Mainz

